

TUGAS AKHIR

EVALUASI PENGENDALIAN BANJIR DENGAN PEMBANGUNAN RUMAH POMPA SUMBER REJO DI KECAMATAN PAKAL KOTA SURABAYA



DISUSUN OLEH :

BOB SANDY RAHARDJO

NIM : 03115084

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA
2021**

TUGAS AKHIR

EVALUASI PENGENDALIAN BANJIR DENGAN PEMBANGUNAN RUMAH POMPA SUMBER REJO DI KECAMATAN PAKAL KOTA SURABAYA

Disusun Oleh :



BOB SANDY RAHARDJO

NIM : 03115084

Diajukan guna memenuhi persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)
pada Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Narotama
Surabaya

PRO PATRIA

Surabaya, 2 Agustus 2021
Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. ADI PRAWITO, MM., M.T

NIDN : 0706056601



**RONNY DURROTUN
NASIHEN, S.T., M.T**

NIDN : 0720127002

TUGAS AKHIR

EVALUASI PENGENDALIAN BANJIR DENGAN PEMBANGUNAN RUMAH POMPA SUMBER REJO DI KECAMATAN PAKAL KOTA SURABAYA

Disusun Oleh :



BOB SANDY RAHARDJO

NIM : 03115084

Tugas akhir ini telah memenuhi persyaratan dan disetujui untuk dipublikasikan

Surabaya, 2 Agustus 2021

Menyetujui,

PRO PATRIA

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir. ADI PRAWITO, MM., M.T

NIDN : 0706056601



**RONNY DURROTUN
NASIHEN, S.T., M.T**

NIDN : 0720127002

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR INI
TELAH DIUJIKAN DAN DIPERTAHANKAN DIHADAPAN TIM PENGUJI
PADA HARI SENIN, TANGGAL 12 JULI 2021

Judul Tugas Akhir :EVALUASI PENGENDALIAN BANJIR DENGAN
PEMBANGUNAN RUMAH POMPA SUMBER REJO DI
KECAMATAN PAKAL KOTA SURABAYA

Disusun Oleh : BOB SANDY RAHARDJO

NIM : 03115084

Fakultas : TEKNIK

Program Studi : TEKNIK SIPIL


Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA

Disetujui oleh:

Mengesahkan,
2 Agustus 2021

Ketua Penguji

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Adhi Muhtadi S.T., S.E., M.Si., M.T
NIDN. 0029097401


Ronny Durratun Nasihien, S.T.,M.T.
NIDN. 0726127002

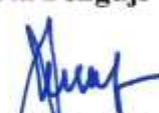
Sekretaris Penguji

Fakultas Teknik
Dekan


Farida Hardaningrum, S.Si., M.T
NIDN. 0711037001


Dr. Ir. Koespiadi, M.T
NIDN. 0701046501

Anggota Penguji


Dr. Ir. Ad Prawito, MM., M.T
NIDN. 0706056601

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : BOB SANDY RAHARDJO

Nim : 03115084

Judul Tugas Akhir : EVALUASI PENGENDALIAN BANJIR DENGAN PEMBANGUNAN
RUMAH POMPA SUMBER REJO DI KECAMATAN PAKAL KOTA
SURABAYA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana disusun perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan penulis juga tidak terdapat karya/pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan sebaliknya, maka penulis bersedia menerima akibat berupa sanksi akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh pihak yang berwenang dan pihak Universitas, sesuai dengan ketentuan peraturan dan perundangan-undangan yang berlaku.

Surabaya, 2 Agustus 2021
Hormat saya,



Bob Sandy Rahardjo
NIM : 03115084

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “EVALUASI PENGENDALIAN BANJIR DENGAN PEMBANGUNAN RUMAH POMPA SUMBER REJO DI KECAMATAN PAKAL KOTA SURABAYA” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana di Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu dalam penyusunan skripsi ini, yaitu:

1. Tuhan YME yang senantiasa menguatkan saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Istri dan anak yang senantiasa mengganggu saya saat mengerjakan tugas akhir ini.
3. Ayah, Ibu dan keluarga yang selalu memberikan dukungan serta doa.
4. Bapak Dr. Ir. Adi Prawito, M.M., M.T., sebagai Dosen Pembimbing utama saya.
5. Bapak Ronny Durrotun Nasihien, S.T.,M.T. sebagai Dosen Pembimbing kedua saya.
6. Bapak Edy Kurniawan Saputra, S.T., sebagai Pejabat Pelaksana Teknis Kegiatan Perancangan dan Pengawasan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya.
7. Dekan dan ketua program studi Universitas Narotama Surabaya yang telah mengarahkan dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir.
8. Segenap dosen Program studi Teknik Sipil atas segala ilmu dan bimbingannya.

9. Seluruh laboran dan staf administrasi Teknik Sipil atas segala kontribusinya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
10. Seluruh teman-teman Fakultas Teknik angkatan 2014 yang telah memberikan dukungan berupa doa dan kerjasama yang tidak akan pernah terlupakan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan penulis. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan mahasiswa Universitas Narotama Surabaya pada khususnya.

Surabaya, 2 Agustus 2021



Bob Sandy Rahardjo



EVALUASI PENGENDALIAN BANJIR KECAMATAN PAKAL DENGAN PEMBANGUNAN RUMAH POMPA SUMBER REJO DI KOTA SURABAYA

Bob Sandy Rahardjo¹, Adi Prawito², Ronny Durrotun Nasihien³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Narotama Surabaya,
Indonesia¹²

Bobsandy@live.com¹, a_prawito@yahoo.co.id², ronny.durrotun@narotama.ac.id³

ABSTRAK

Banjir seringkali melanda Saluran Sumber Rejo yang terletak di Kecamatan Pakal Kota Surabaya karena dua faktor penting. Pertama adalah *backwater* dari Kali Lamong di hilir saluran Sumber Rejo yang airnya meluber saat terjadi pasang. Kedua karena debit air yang besar dari hulu saluran sumber rejo pada saat musim hujan. Dalam perhitungan ini disimpulkan bahwa debit rencana maksimum dari Saluran Sumber Rejo adalah 22,57 m³ / detik dengan periode ulang 20 tahun (Q₂₀). Untuk mengatasi banjir di wilayah ini, diperlukan rumah pompa di hilir saluran sumber rejo untuk membendung air pasang dari kali lamong dan *boezem* untuk menampung volume air hujan yang tinggi. Rumah pompa selain digunakan untuk membendung air pasang, juga digunakan untuk memompa air dari saluran sumber rejo saat pintu air ditutup. Pompa banjir *submersible* eksisting yang sudah terpasang memiliki kapasitas 6 m³ / detik. Kapasitas optimal pompa banjir *submersible* yang diperlukan di rumah pompa ini adalah 12 m³ / detik. Boezem dengan kapasitas 88.712 m³ juga telah dibangun untuk menjaga elevasi air di long storage sumber rejo agar tidak meluap.

Kata kunci : Rumah pompa, Sumber Rejo, Kali Lamong, Boezem, Banjir

EVALUATION OF FLOOD CONTROL IN PAKAL DISTRICT WITH THE CONSTRUCTION OF THE SUMBER REJO FLOOD PUMP IN SURABAYA CITY

Bob Sandy Rahardjo¹, Adi Prawito², Ronny Durrotun Nasihien³

Departement of Civil Engineering,

Faculty of Civil Engineering,

Narotama University, Surabaya, Indonesia¹²

Bobsandy@live.com¹, a_prawito@yahoo.co.id², ronny.durrotun@narotama.ac.id³

ABSTRACT

Flood has always been expected in the rainy season at the Pakal District before 2019, where rainwater flows from Benowo channel to the Sumber Rejo channel and backwater flows from Lamong river to the Sumber Rejo channel. These water “attacks” from the two sides of the water bodies made Sumber Rejo flood every rainy season. In this analysis the maximum water flow rate in Sumber Rejo channel within the 20-year period (Q₂₀) is 22,57 m³/second. To eliminate flood in Sumber Rejo channel, a flood pump station is needed to pump the waterflow from Benowo channel dan stop the backwater infiltrating from the Lamong river. Two flood pumps with a total flow rate of 6 m³/second are already installed and running at the moment, while the optimal capacity of this flood pump station should be 12 m³/second. A large water storage with capacity around 88.712 m³ is already built to keep the water elevation low enough to not overflow the Sumber Rejo channel.

Keywords : Flood, Pump, Sumber Rejo, Lamong River, Water Management

PRO PATRIA

SURABAYA

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR.....	XIII
DAFTAR TABEL	XIV
BAB 1 - PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 - TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penelitian Terdahulu.....	3
2.2 Teori Dasar yang Digunakan.....	3
2.3 Analisis Hidrologi.....	3
2.3.1 Pengolahan Data Hujan	4
2.3.2 Analisis Hujan Rata – Rata.....	4
2.3.2.1 Metode Rata - Rata Aritmatika.....	4
2.3.2.2 Metode Thiessen Polygon	5
2.3.3 Parameter Statistik.....	5
2.3.3.1 Standar Deviasi (S).....	5
2.3.3.2 Koefisien Skewness (Cs)	6
2.3.3.3 Koefisien Kurtosis (Ck).....	6
2.3.3.4 Koefisien Variasi (Cv).....	6
2.3.4 Analisis Frekuensi	7
2.3.4.1 Metode Distribusi Normal	7
2.3.4.2 Metode Distribusi Gumbel	7
2.3.4.3 Metode Distribusi Log Pearson Type III.....	9
2.3.5 Uji Kecocokan	11

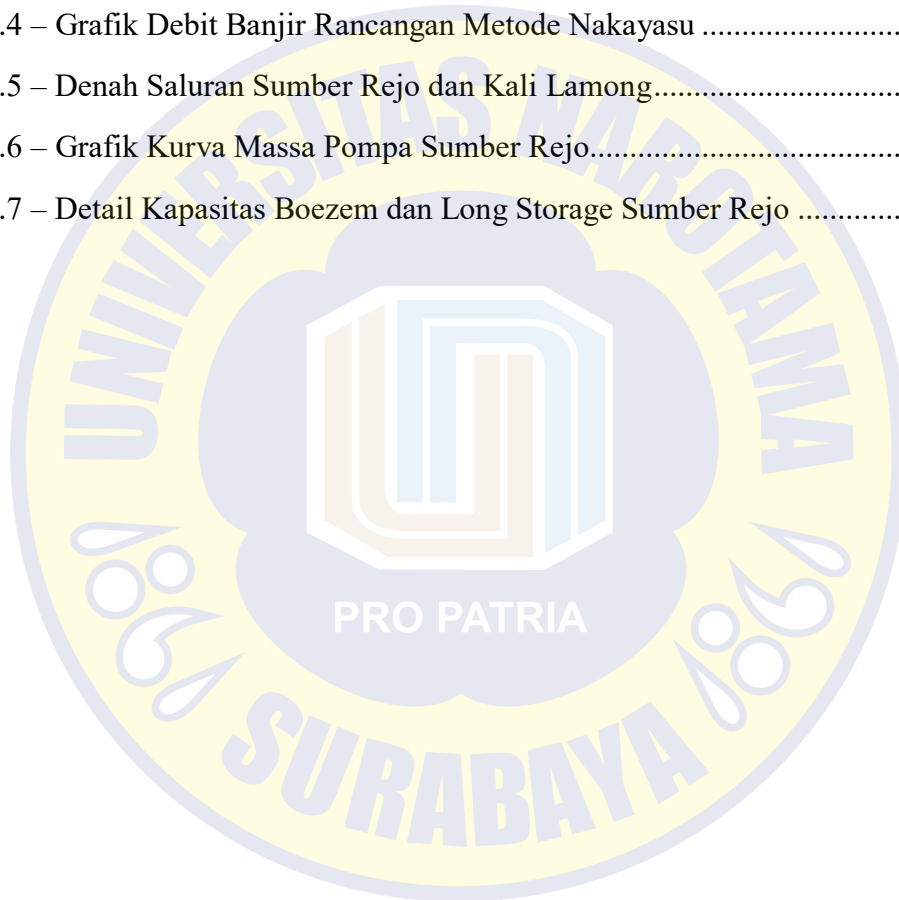
2.3.5.1 Uji Chi Kuadrat	11
2.3.5.2 Uji Smirnov – Kolmogorov	12
2.3.6 Intensitas Hujan (I)	13
2.3.7 Koefisien Pengaliran (C)	13
2.3.8 Waktu Konsentrasi (tc)	15
2.3.9 Perhitungan Debit Rencana Banjir (Qp).....	17
2.4 Analisa Hidrolika.....	17
2.4.1 Perhitungan Luas Basah Saluran (ABasah).....	17
2.4.2 Perhitungan Keliling Basah Saluran (PBasah)	18
2.4.3 Perhitungan Jari-Jari Hidrolis (R).....	18
2.4.4 Perhitungan Kemiringan Saluran (I).....	19
2.4.5 Perhitungan Kecepatan Aliran (V)	19
2.4.6 Perhitungan Kapasitas Saluran (Q).....	19
BAB 3 - METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Pengumpulan Data.....	20
3.2 Prosedur Penelitian.....	21
3.3 Analisis Data.....	22
3.3.1 Analisis Hidrologi.....	22
3.3.2 Analisis Hidrolika.....	22
3.3.3 Analisis Kapasitas Pompa	22
3.3.4 Analisis Boezem	22
3.3.5 Analisis Saluran Sumber Rejo.....	22
BAB 4 - HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Analisis Hidrologi.....	23
4.1.1 Catchment Area (CA).....	23
4.1.2 Analisis Frekuensi	25

4.1.3 Analisis Curah Hujan.....	30
4.1.3.1 Analisis Distribusi Normal	31
4.1.3.2 Analisis Distribusi Gumbel	32
4.1.3.3 Analisis Distribusi Log Normal.....	34
4.1.3.4 Analisis Distribusi Log Pearson Tipe III	36
4.1.4 Analisis Uji Kecocokan Distribusi	37
4.1.4.1 Uji Chi Kuadrat (Chi Square).....	38
4.1.4.2 Uji Smirnov Kolmogorov	41
4.1.5 Kesimpulan Hasil Analisis Curah Hujan Rencana	48
4.1.6 Analisis Debit Banjir Rencana	48
4.1.6.1 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Diversi Gunungsari dengan Metode Rasional.....	49
4.1.6.2 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Sumber Rejo dengan Metode Hidrograf Satuan.....	56
4.2 Analisis Hidrolika.....	73
4.2.1 Aliran Hidrolika untuk Kondisi Saluran Sumber Rejo.....	74
4.2.2 Perbandingan Debit Rencana dan Debit Eksisting	75
4.3 Routing Boezem	79
4.3.1 Routing Boezem dengan Pompa Nyala dan Pintu Air Ditutup	80
4.3.1.1 Perhitungan Volume Inflow	81
4.3.1.2 Perhitungan Kapasitas Boezem dan <i>Long Storage</i> Saluran Sumber Rejo	86
4.3.1.3 Penggabungan Data untuk Menghitung Routing Saluran Sumber Rejo Kondisi Pintu Tertutup dan Pompa Dinyalakan	93
BAB 5 - PENUTUP.....	101
5.1 Kesimpulan.....	101
5.2 Saran	102



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 – Drone View Rumah Pompa Sumber Rejo	20
Gambar 3.2 – Diagram Alir / Flowchart Tugas Akhir	21
Gambar 4.1 – Peta Stasiun Hujan Saluran Sumber Rejo dan Saluran Diversi Gunungsari	24
Gambar 4.2 – Pembagian Catchment Area (CA) dan Titik Kontrol (TK)	24
Gambar 4.3 – Grafik Hidrograf Satuan Metode Nakayasu	65
Gambar 4.4 – Grafik Debit Banjir Rancangan Metode Nakayasu	70
Gambar 4.5 – Denah Saluran Sumber Rejo dan Kali Lamong.....	72
Gambar 4.6 – Grafik Kurva Massa Pompa Sumber Rejo.....	84
Gambar 4.7 – Detail Kapasitas Boezem dan Long Storage Sumber Rejo	85



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 – Reduced Mean (Y_n) Distribusi Gumbel.....	8
Tabel 2.2 – Reduced Standard Deviation (S_n) Distribusi Gumbel.....	9
Tabel 2.3 – Nilai K Distribusi Log Pearson Type III	10
Tabel 2.4 – Tabel Distribusi Chi-Kuadrat	12
Tabel 2.5 – Nilai Uji Smirnov-Kolmogorov	12
Tabel 2.6 – Tabel Koefisien Aliran	14
Tabel 4.1 – Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan Kandangan	25
Tabel 4.2 – Parameter Statistik Data Curah Hujan dalam Aritmatika.....	26
Tabel 4.3 – Parameter Statistik Data Curah Hujan dalam Logaritma	28
Tabel 4.4 – Paramter Dasar Statistik untuk Distribusi	30
Tabel 4.5 – Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Normal.....	31
Tabel 4.6 – Nilai Variabel Reduksi Gauss (K) untuk Distribusi Normal.....	32
Tabel 4.7 – Perhitungan Hujan Rencana Dengan Distribusi Gumbel	32
Tabel 4.8 – Nilai Y_n dan S_n berdasarkan fungsi jumlah data (n)	34
Tabel 4.9 – Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal	35
Tabel 4.10 – Faktor Frekuensi (K) untuk Distribusi Log Normal.....	35
Tabel 4.11 – Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Log Pearson III.....	36
Tabel 4.12 – Faktor Frekuensi (K) untuk Distribusi Log Pearson Tipe III.....	36
Tabel 4.13 – Nilai Chi Kuadrat Kritik untuk Uji Chi Kuadrat	38
Tabel 4.14 – Perhitungan Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Normal dan Gumbel	39
Tabel 4.15 – Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Normal dan Log Pearson III.....	40
Tabel 4.16 – Nilai D_o Kritis untuk Uji Smirnov Kolmogorov.....	41
Tabel 4.17 – Wilayah Luas di Bawah Kurva Normal	42
Tabel 4.18 – Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Data Hujan Non Logaritma	46
Tabel 4.19 – Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov Data Hujan Logaritma	46
Tabel 4.20 – Rekapitulasi Hasil Analisis Curah Hujan Rencana	47
Tabel 4.21 – Koefisien Pengaliran (C) Berdasarkan Jenis Permukaan Lahan	49
Tabel 4.22 – Nilai Koefisien Kekasaran n.....	52

Tabel 4.23 – Tata Guna Lahan Catchment Area Sumber Rejo	53
Tabel 4.24 – Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang Hujan Tertentu.....	55
Tabel 4.25 – Periode Ulang Hujan atau Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota.....	55
Tabel 4.26 – Kurva Naik ($0 < t < T_p$) atau ($0 < t < 1,771$).....	59
Tabel 4.27 – Kurva Turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$) atau ($1,771 < t < 4,722$)	59
Tabel 4.28 – Kurva Turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$) atau ($4,722 < t < 9,149$)	60
Tabel 4.29 – Kurva Turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$) atau ($t > 9,149$).....	61
Tabel 4.30 – Curah Hujan Efektif Jam-jaman.....	65
Tabel 4.31 – Perhitungan Debit Banjir Rancangan dengan HSS Nakayasu	66
Tabel 4.32 – Rekap Perhitungan Debit Banjir Rancangan dengan HSS Nakayasu	70
Tabel 4.33 – Rekap Perhitungan Hidrologi	71
Tabel 4.34 – Rekap Perhitungan Hidrolika	73
Tabel 4.35 – Perbandingan Debit Saluran Sumber Rejo Sebelum Normalisasi	75
Tabel 4.36 – Normalisasi Penampang Saluran Hidrolika	76
Tabel 4.37 – Perbandingan Debit Saluran Sumber Rejo Setelah Normalisasi	77
Tabel 4.38 – Perhitungan Inflow Kumulatif Pompa $6 \text{ m}^3 / \text{detik}$	80
Tabel 4.39 – Perhitungan Inflow Kumulatif Pompa $12 \text{ m}^3 / \text{detik}$	81
Tabel 4.40 – Perhitungan Inflow Kumulatif Pompa $16 \text{ m}^3 / \text{detik}$	82
Tabel 4.41 – Perhitungan interval waktu dengan debit periode ulang 20 tahun	83
Tabel 4.42 – Perhitungan Luas dan Volume Boezem Sumber Rejo	85
Tabel 4.43 – Perhitungan Luas dan Volume Long Storage Saluran Sumber Rejo	88
Tabel 4.44 – Routing boezem dan long storage dengan Pompa $6 \text{ m}^3 / \text{detik}$	91
Tabel 4.45 – Hubungan Elevasi, Inflow dan Outflow Pompa $6 \text{ m}^3 / \text{detik}$	92
Tabel 4.46 – Routing Boezem dengan Pompa $12 \text{ m}^3 / \text{detik}$	94
Tabel 4.47 – Hubungan Elevasi, Inflow dan Outflow Pompa $12 \text{ m}^3 / \text{detik}$	95
Tabel 4.48 – Routing Boezem dengan Pompa $16 \text{ m}^3 / \text{detik}$	96
Tabel 4.49 – Hubungan Elevasi, Inflow dan Outflow Pompa $16 \text{ m}^3 / \text{detik}$	97
Tabel 4.50 – Perbandingan Hasil Routing Rumah Pompa Sumber Rejo	98